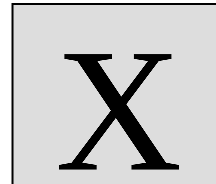


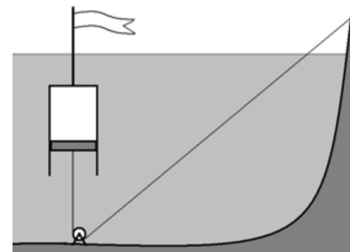
MINISTERUL EDUCAȚIEI CERCETĂRII ŞI INOVĂRII

Olimpiada de Fizică - Etapa pe județ
17 ianuarie 2009
Subiecte



Problema I

Geamandura (10 puncte)



O geamandură este un cilindru, având volumul $V = 0,4\ m^3$, închis cu un piston cu grosimea neglijabilă şi cu suprafața $S = 0,40\ m^2$. Masa pistonului este $m = 10\ kg$.
Printr-un cablu inextensibil, perfect deformabil, trecut peste un scripete fix şi legat de mal, pistonul este menținut tot timpul la aceeaşi distanță față de fundul mării. De cilindru este prins un steag care are lungimea lăncii $\ell = 2,0m$ (vezi figura alăturată). Atunci când geamandura pluteşte, astfel încât lancea steagului este cufundată până la jumătate din înălțimea sa în apă, pistonul intră în cilindru pe o distanță $D = 0,11\ m\ (\cong 1/9)m$. Înaintea cufundării în mare, aerul din geamandură se afla la presiunea atmosferică $p_0 = 10^5 N/m^2$. Temperatura comună a apei şi a aerului rămâne constantă. Consideră că presiunea atmosferică p_0 nu se modifică, că volumul lăncii steagului este neglijabil, că densitatea apei de mare este $\rho = 1000 kg/m^3$ şi că accelerația gravitațională are valoarea $g = 10 m \cdot s^{-2}$.
Determină:
a. masa cilindrului geamandurii cu steag;
b. cu cât a coborât marea în timpul refluxului, față de situația descrisă anterior, atunci când lancea steagului iese din apă pe trei sferturi din înălțimea sa;
c. valoarea tensiunii mecanice maxime suportată de cablul de care este legat pistonul, dacă acesta se rupe atunci când steagul este cufundat în apă până la vârful lăncii.

Problema a II-a

Uşa frigiderului (10 puncte)

Spațiul util din interiorul unui frigider poate fi asimilat unui cub cu latura $\ell = 1m$. Se deschide uşa frigiderului aflat într-o cameră în care se găseşte aer uscat – complet lipsit de vapori de apă – care are temperatura $t_{cameră} = 40°C$ şi presiunea $p_{atmosferică} = 10^{5} N/m^2$. După închiderea uşii frigiderului, temperatura din interiorul acestuia scade până la atingerea temperaturii de funcționare $t_{frigider} = -10°C$.

a. Determină presiunea la care ajunge aerul din frigider după închiderea uşii şi atingerea temperaturii de funcționare, dacă frigiderul este perfect etanş.

b. Presupune că uşa frigiderului se poate asimila cu o față a cubului cu latura $\ell = 1m$ care se roteşte fără eforturi. Estimează valoarea minimă a forței cu care trebuie trasă uşa, de un mâner aflat la jumătatea muchiei opuse celei cu balamale, pentru a se deschide, după ce aerul cald ce a pătruns în frigider este adus la $t_{frigider} = -10°C$ şi dacă frigiderul este perfect etanş.

c. Presupune că ai deschis uşa frigiderului şi că apoi ai închis-o, dar în urma acestei operații, garnitura uşii nu a mai închis etanş compartimentul din interiorul frigiderului. În această situație, după $\tau = 15\,minute$ de la închiderea uşii frigiderului, presiunea în interiorul şi în exteriorul frigiderului este cea atmosferică, iar temperatura din interiorul frigiderului este aceea de funcționare. Determină, pentru intervalul de timp τ, viteza medie de variație a masei de aer din frigider.
Cunoşti valoarea constantei universale a gazelor $R = 8,3\,kJ/(kmol \cdot K)$ şi masa molară a aerului $\mu_{aer} = 29\,kg/kmol$.

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2 respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele a, b, respectiv c.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Problema a III–a

Frânghia care cade (10 puncte)

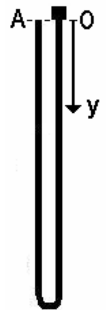


Figura 1

O frânghie foarte flexibilă şi inextensibilă de lungime 2ℓ şi de masă $2m$, are un capăt O fixat într-un suport. Celălalt capăt A al frânghiei este ţinut la acelaşi nivel cu capătul O (vezi Figura 1). Se lasă liber capătul A al frânghiei. Neglijează orice interacţiune a frânghiei cu mediul, cu excepţia gravitaţiei caracterizate prin acceleraţia gravitaţională $\vec{g}$ şi consideră că masa frânghiei este distribuită uniform de-a lungul acesteia.

a. Determină dependenţa de timp a coordonatei capătului liber al frânghiei, în raport cu axa Oy indicată în figura 1, pentru intervalul de timp în care acest capăt se mişcă. Exprimă rezultatul în funcţie de acceleraţia gravitaţională g, de lungimea ℓ şi de timpul t, măsurat din momentul în care capătul liber al frânghiei începe să cadă.

Sugestie: În situaţia în care consideri necesar, poţi să-ţi imaginezi că divizezi porţiunea din frânghia care cade, în două bucăţi având masele m_1 şi respectiv m_2 şi că cele două bucăţi sunt legate printr-un fir ideal (vezi Figura 2).

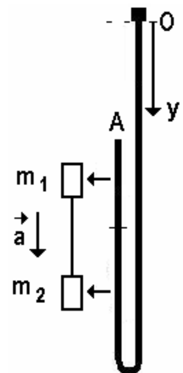


Figura 2

b. Determină dependenţa de timp a coordonatei punctului de curbură al frânghiei, în raport cu axa Oy indicată în figura 1, pentru intervalul de timp în care punctul de curbură se mişcă. Exprimă rezultatul în funcţie de acceleraţia gravitaţională g, de lungimea ℓ şi de timpul t, măsurat din momentul în care capătul liber al frânghiei începe să cadă.

c. Reprezintă grafic, pe aceeaşi diagramă, dependenţa de timp a coordonatei capătului liber al frânghiei, dedusă la punctul a, şi dependenţa de timp a coordonatei punctului de curbură al frânghiei, dedusă la punctul b.

d. Dedu dependenţa de timp a energiei cinetice a frânghiei, în intervalul de timp cât aceasta se mişcă. Exprimă rezultatul în funcţie de acceleraţia gravitaţională g, de lungimea ℓ, de masa m şi de timpul t, măsurat din momentul în care capătul liber al frânghiei începe să cadă.

Subiect propus de:

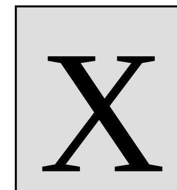
Delia DAVIDESCU – Centrul Naţional pentru Curriculum şi Evaluare în Învăţământul Preuniversitar – Ministerul Educaţiei Cercetării şi Tineretului
Conf. univ. dr. Adrian DAFINEI - Facultatea de Fizică – Universitatea Bucureşti

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2 respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerinţele a, b, respectiv c.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



MINISTERUL EDUCAȚIEI CERCETĂRII ŞI INOVĂRII

Olimpiada de Fizică - Etapa pe județ
17 ianuarie 2009



Grila de notare

Orice altă rezolvare care conduce la rezultate corecte se va puncta corespunzător

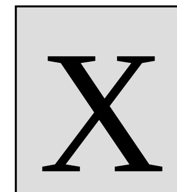
Nr. item	*Problema I Geamandura*	Punctaj
a.	**Pentru:** y - distanța dintre capătul superior al geamandurii şi suprafața apei $h = 1m$ - lungimea cilindrului; x - lungimea „camerei de aer” a geamandurii; p - presiunea a aerului din cilindrul aflat la o adâncime oarecare în apă condiția de echilibrul a cilindrului $(p_0 + \rho \cdot g \cdot y) \cdot S + M \cdot g - p \cdot S = 0$ 0,50p legea transformării izoterme aplicată aerului din cilindru $p_0 \cdot V = p \cdot S \cdot x$ 0,50p $p = p_0 \cdot \frac{h}{x}$ 0,25p $\begin{cases}(p_0 + \rho \cdot g \cdot y) \cdot S + M \cdot g - p \cdot S = 0 \\ p_0 \cdot V = p \cdot S \cdot x\end{cases}$ 0,50p $M = \frac{p_0 \cdot S}{g}\left[\left(\frac{h}{x} - 1\right) - \frac{\rho \cdot g \cdot y}{p_0}\right]$ 0,50p $\begin{cases}x = h - D =;\ x = \frac{8}{9}m \\ y = \frac{\ell}{2}\ ;\ y = 1m\end{cases}$ 0,25p **Rezultat final:** $M = 100kg$ 0,50p	3p
b.	**Pentru:** H - adâncimea apei în situația descrisă la punctul a x' - lungimea „camerei de aer” a geamandurii, în condițiile precizate la punctul b $y' = \ell/4$ - distanța de la capătul superior al cilindrului la suprafața apei p' - noua presiune a aerului din cilindru $\begin{cases}(p_0 + \rho \cdot g \cdot y') \cdot S + M \cdot g - p' \cdot S = 0 \\ p_0 \cdot V = p' \cdot S \cdot x'\end{cases}$ 0,50p	3p

	$\begin{cases}(p_0+\rho\cdot g\cdot y')\cdot S+M\cdot g=\dfrac{p_0\cdot V}{x'}\\(p_0+\rho\cdot g\cdot y)\cdot S+M\cdot g=\dfrac{p_0\cdot V}{x}\end{cases}$	0,50p	
	$\begin{cases}\rho\cdot g\cdot S(y-y')=p_0\cdot V\left(\dfrac{1}{x}-\dfrac{1}{x'}\right)\\ sau\\ \dfrac{1}{x'}=\dfrac{1}{x}-\dfrac{\rho\cdot g\cdot S}{p_0\cdot V}(y-y')=\dfrac{1}{x}-\dfrac{\rho\cdot g\cdot S\cdot\ell}{4p_0\cdot V}\end{cases}$	0,50p	
	$x'=\dfrac{40}{43}m\cong 0,93\,m$	0,25p	
	adâncimea apei corespunzătoare situației precizate la punctul **a** $H=d+x+y$	0,25p	
	adâncimea apei corespunzătoare situației precizate la punctul **b** $H'=d+x'+y'$	0,25p	
	$\Delta H=H-H'=(d+x+y)-(d+x'+y')=x+y-x'-y'$	0,25p	
	Rezultat final: $\Delta H=\dfrac{355}{774}\cong 0,45\ m$	0,50p	
c.	**Pentru:**		**3p**
	y'' - distanța dintre capătul de sus al cilindrului şi suprafața apei x'' - lungimea coloanei de aer din cilindru condiția de echilibru a pistonului $p''\cdot S+mg+T-(p_0+(x''+y'')\cdot\rho\cdot g)\cdot S=0$	0,75p	
	$\begin{cases}T=(p_0+(x''+y'')\cdot\rho\cdot g)\cdot S-p''\cdot S-m\cdot g\\ sau\\ T=(p_0+(x''+y'')\cdot\rho\cdot g)\cdot S-\dfrac{p_0\cdot V}{x''}-m\cdot g\end{cases}$	0,25p	
	condiția de echilibrul a cilindrului $(p_0+\rho\cdot g\cdot y'')\cdot S=\dfrac{p_0\cdot V}{x''}-M\cdot g$	0,50p	
	$x''=\dfrac{1}{\left(1+\dfrac{\rho\cdot g\cdot\ell}{p_0}\right)\cdot\dfrac{1}{h}+\dfrac{M\cdot g}{p_0\cdot V}}$, pentru $y''=\ell$	0,25p	
	$x''=\dfrac{40}{49}m\cong 0,81m$	0,25p	
	$T=x''\cdot\rho\cdot g\cdot S-(m+M)\cdot g$	0,50p	
	Rezultat final: $T\cong 2100\,N$	0,50p	
Oficiu			**1p**
TOTAL Problema I			**10p**



MINISTERUL EDUCAȚIEI CERCETĂRII ŞI INOVĂRII

Olimpiada de Fizică - Etapa pe județ
17 ianuarie 2009



Grila de notare

Orice altă rezolvare care conduce la rezultate corecte se va puncta corespunzător

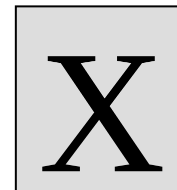
Nr. item	*Problema a II-a Uşa frigiderului*		Punctaj
a.	**Pentru:**		2p
	presiunea $p_{aer\,rece}$ a aerului, răcit izocor în frigider, până la temperatura $t_{frigider}$		
	$p_{aer\,rece} = p_{atmosferica} \cdot \frac{T_{frigider}}{T_{camera}}$	1,50p	
	Rezultat final: $p_{aer\,rece} \cong 8{,}4 \cdot 10^4\ N/m^2$	0,50p	
b.	**Pentru:**		4,5p
	forța $F_{elementara}$, perpendiculară pe uşă şi îndreptată spre interiorul frigiderului, exercitată pe cea de a k porțiune îngustă din uşă, cu lățimea ℓ / n		
	$F_{elementara} = \frac{\ell^2}{n} \cdot \left(p_{atmosferica} - p_{aer\,rece}\right)$	1,00p	
	momentul elementar, determinat de apariția forței $F_{elementara}$		
	$M_{elementar} = F_{elementara} \cdot \frac{\ell \cdot k}{n} = \frac{\ell^3 \cdot k}{n^2} \cdot \left(p_{atmosferica} - p_{aer\,rece}\right)$	1,00p	
	momentul total M determinat de acțiunea forțelor de presiune asupra uşii		
	$M = \frac{\ell^3}{n^2} \cdot \left(p_{atmosferica} - p_{aer\,rece}\right) \cdot \sum_{k=1}^{n} k$	0,50p	
	momentul total M, pentru n foarte mare $M = \frac{\ell^3}{2} \cdot \left(p_{atmosferica} - p_{aer\,rece}\right)$	1,00p	
	forța minimă f_{min} care trebuie aplicată mânerului pentru deschiderea uşii		
	$f_{min} = \frac{M}{\ell} = \frac{\ell^2}{2} \cdot \left(p_{atmosferica} - p_{aer\,rece}\right)$	0,50p	
	Rezultat final: $f_{min} \cong 8 \cdot 10^3\ N$	0,50p	

c.	**Pentru:** ecuația termică de stare, corespunzătoare masei de aer aflată în frigider, imediat după deschiderea uşii $p_{atmosferica} \cdot l^3 = \frac{m_{initial}}{\mu_{apa}} \cdot R \cdot T_{camera}$ 0,50p ecuația termică de stare, corespunzătoare masei de aer aflată în frigider, după închiderea uşii, după egalarea presiunii şi după atingerea temperaturii de funcționare $p_{atmosferica} \cdot l^3 = \frac{m_{final}}{\mu_{apa}} \cdot R \cdot T_{frigider}$ 0,50p masa de aer Δm intrată în frigider în timpul τ $\Delta m = \frac{p_{atmosferica} \cdot l^3 \cdot \mu_{aer}}{R} \cdot \left(\frac{1}{T_{frigider}} - \frac{1}{T_{camera}} \right)$ 0,50p viteza medie de variație a masei de aer din frigider, în intervalul de timp τ $\frac{\Delta m}{\tau} = \frac{p_{atmosferica} \cdot l^3 \cdot \mu_{aer}}{R \cdot \tau} \cdot \left(\frac{1}{T_{frigider}} - \frac{1}{T_{camera}} \right)$ 0,50p **Rezultat final:** $\frac{\Delta m}{\tau} \cong 0,235\, g / s$ 0,50p	**2,5p**
Oficiu		**1p**
TOTAL Problema a II -a		**10p**



MINISTERUL EDUCAȚIEI CERCETĂRII ŞI INOVĂRII

Olimpiada de Fizică - Etapa pe județ
17 ianuarie 2009



Grila de notare

Orice altă rezolvare care conduce la rezultate corecte se va puncta corespunzător

Nr. item	*Problema a III-a Frânghia care cade*	Punctaj
a.	**Pentru:** $\begin{cases} m_1 g + T = m_1 a \\ m_2 g - T = m_2 a \end{cases}$ 0,75p $\begin{cases} a = g \\ T = 0 \end{cases}$ 0,50p $\begin{cases} a = g \\ y = \dfrac{g \cdot t^2}{2} \end{cases}$ 0,50p intervalul de timp t_m necesar pentru ca frânghia să se deruleze complet $\begin{cases} y(t_m) = 2\ell \\ \dfrac{g \cdot t_m^2}{2} = 2\ell \end{cases}$ 0,50p $t_m = 2 \cdot \sqrt{\dfrac{\ell}{g}}$ 0,25p **Rezultat final:** $y_A(t) = \dfrac{g \cdot t^2}{2}$ pentru $t \le 2 \cdot \sqrt{\dfrac{\ell}{g}}$ 0,50p	**3p**
b.	**Pentru:** legea de mişcare a punctului B de curbură a frânghiei $\begin{cases} a = \dfrac{g}{2} \\ y_B(t) = \ell + \dfrac{g \cdot t^2}{4} \end{cases}$ 1,50p	**2p**

	Rezultat final: $y_B(t) = \ell + \frac{g \cdot t^2}{4}$ pentru $t \le 2 \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ 0,50p	
c.	**Pentru:** reprezentări grafice corecte 2,00p	2p
d.	**Pentru:** masa porțiunii AB a frânghiei care cade $m' = \frac{m}{\ell} \cdot \left(\ell - \frac{y}{2}\right)$, 0,50p viteza porțiunii din frânghia în mişcare $v(y) = \sqrt{2gy}$ 0,50p energia cinetică a porțiunii de frânghie în mişcare $E_{cin}(y) = \frac{m'v^2}{2} = \frac{m}{\ell} \cdot \left(\ell - \frac{y}{2}\right) \cdot g \cdot y$ 0,50p **Rezultat final:** $E_{cin}(t) = \frac{m'v^2}{2} = mg\left(1 - \frac{1}{2\ell}\left(\frac{gt^2}{2}\right)\right)\frac{gt^2}{2}$ pentru $t \le 2 \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ 0,50p	2p
Oficiu		1p
TOTAL Problema a III - a		10p

Delia DAVIDESCU – Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar – Ministerul Educației Cercetării şi Tineretului
Conf. univ. dr. Adrian DAFINEI - Facultatea de Fizică – Universitatea Bucureşti